

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-170912

(43)Date of publication of application : 30.06.1997

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

G01B 21/20

(21)Application number : 07-349785

(71)Applicant : KURIMOTO LTD

SHINKO TECHNO KK

(22)Date of filing : 20.12.1995

(72)Inventor : TAKASHIMA KIYOSHI

OBA YOJI

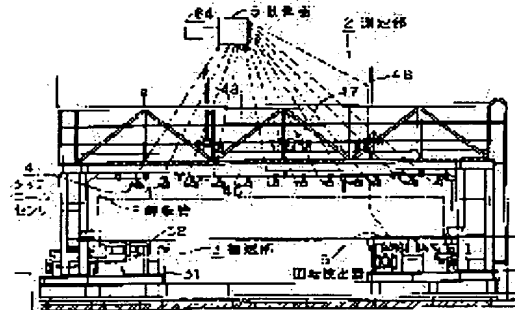
UCHIUMI TAKAFUMI

## (54) AUTOMATIC TUBE DIMENSION INSPECTION DEVICE FOR CAST IRON PIPE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure circumferential length at many positions over the total length of a cast iron pipe of especially large and medium bore diameter.

SOLUTION: A cast iron pipe P is received/set in an inspection layout consisting of a centering part a measuring part 2 and a carrier part 3, in a flow work method. And the inspection device consists of a touch roll sensor 4 which is vertically raised/lowered right above the measuring part 2 for rotating while pressurized contact to the outer peripheral surface of each position on the entire length, a rotation detecting device 5 which detects rotation detector stuck on the outer surface of the pipe P with an optical fiber for precisely detecting a rotation of the tube P, and a controller 6 to which both detected values of the number of rotation of a touch roller and one rotation of the pipe P are inputted for calculating circumferential length at individual position in longitudinal direction of the pipe P and outputting the result of dimension inspection after comparing with standard specification. By this, precise circumferential length at all the position are calculated at once.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.10.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2932166

[Date of registration] 28.05.1999

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-170912

(43) 公開日 平成9年(1997)6月30日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24			G 0 1 B 11/24	C
21/20			21/20	C

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-349785

(22) 出願日 平成7年(1995)12月20日

(71) 出願人 000142595

株式会社栗本鐵工所

大阪府大阪市西区北堀江1丁目12番19号

(71) 出願人 591001743

神鋼テクノ株式会社

兵庫県神戸市中央区東町113番地の1

(大神ビル内)

(72) 発明者 高島 清

大阪府大阪市西区北堀江1丁目12番19号

株式会社栗本鐵工所内

(74) 代理人 弁理士 青野 順三

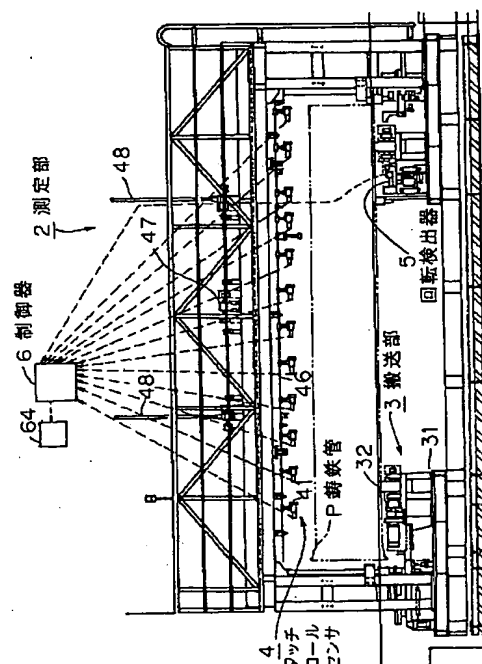
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋳鉄管の管寸法自動検査装置

(57) 【要約】

【課題】 特に中口径の鋳鉄管の管軸方向に対する多点の円周長の測定は、管路敷設時の要件から重要な項目であるが、従来は巻尺を使った手作業しか方法がなく、また円管寸法の自動測定に係る多数の従来技術でも対応できる装置は皆無であった。

【解決手段】 芯出し部、測定部、搬送部よりなる検査レイアウトで流れ作業的に鋳鉄管Pを送迎する。測定部2では直上で垂直に昇降して管の全長に亘る各位置の外周面上で圧接して回転するタッチロールセンサ4と、管外面上に吸着した回転検出子を光ファイバーで検知して管の1回転を正確に検出する回転検出器5と、タッチローラの回転数と管の1回転の両検出値を入力して管の長さ方向の個々の位置における円周長を演算し、標準仕様と比較して寸法検査の可否を出力する制御器6で構成することによって、全ての位置における正確な円周長が一挙に算出されて課題が解決できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鋳鉄管の管寸法の検査装置において、搬入され待機する鋳鉄管 P を 1 本づつ蹴り込んで両サイドにそれぞれ配置した 2 個 1 組のローラ 1 1 上で回転して位置決めする芯出し部 1、芯出し後の鋳鉄管 P を両サイドに設けたそれぞれ 2 個 1 組のローラ 2 1 上へ受けて回転し管外周長さを測定する測定部 2、および前記ローラ 1 1、2 1 の対向する両サイド間で往復走行する台車 3 1 と該台車 3 1 上で対向し昇降自在に支持される 2 個 1 組の V 形ブロック 3 2 と 3 3 を直列に並置してなる搬送部 3 よりなり、前記測定部 2 の直上に管軸に対して垂直に昇降して管の全長に亘る各位置の外周面上で圧接して回転するタッチロールセンサ 4 と、管外面上に吸着した回転検出子を光ファイバーで検知して管の 1 回転を正確に検出する回転検出器 5 と、タッチローラの回転数と管の 1 回転の両検出値を入力して管の長手方向の個々の位置における円周長を演算し、標準仕様と比較して寸法検査の可否を出力する制御器 6 よりなることを特徴とする鋳鉄管の管寸法自動検査装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、タッチロールセンサ 4 は幅の狭いポリウレタン製のタッチローラ 4 1 と、該タッチローラ 4 1 を支点軸 4 2 から自重で揺動自在に吊支する長いアーム 4 3 と、タッチローラ 4 1 の回転軸 4 4 の反対側に取り付けたパルス発振式のロータリーエンコーダ 4 5 と、該検知を受けて処理する制御器 6 へ接続する回路を具えたことを特徴とする鋳鉄管の管寸法自動検査装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、回転検出器 5 は鋳鉄管 P の外周面に向かって進退自在、かつ離脱自在にホルダー 5 1 に挟持されるマグネット 5 2 と、該ホルダー 5 1 の両側で対向する発光部 5 3 A と受光部 5 3 B よりなる光ファイバー検知センサ 5 3 と、該検知を受けて処理するマイクロシーケンサ、高速カウンタ、主センサを介して制御器 6 へ接続する回路を具えたことを特徴とする鋳鉄管の管寸法自動検査装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 の何れかにおいて、測定部 2 の管端の定位置で管内へ進退し管肉を隔てて対向するコ形のレーザ発振器 7 1 より投射し、管の内外面からの反射波を捉えて管肉を演算するレーザギャップセンサ 7 を前記制御器 6 へ接続する回路を具えたことを特徴とする鋳鉄管の管寸法自動検査装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 の何れかにおいて、制御器 6 はタッチロールセンサ 4 のパルス列をカウントする高速のカウンタユニット 6 1、およびレーザギャップセンサ 7 のアナログ変位値をデジタル変換する A/D 変換ユニット 6 2 を組込んだ CPU よりなり、さらに回転検出器 5 のパルス値をカウントする専用トリガ演算器 6 3 を別に具えて前記 CPU へ入力することを特徴とする鋳鉄管の管寸法自動検査装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、レーザギャップセン

サ 7 による管厚測定の前直前に別の標準試料の測定によって気温変化に伴う変動量を吸収する補正係数を測定算出すると共に、タッチロールセンサ 4 の円周長さ測定を定回数繰り返す毎に別の標準試料を測定してタッチローラ 4 1 の摩耗に伴う変動量を吸収する補正係数を測定算出することを特徴とする鋳鉄管の管寸法自動検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は鋳鉄管の鋳造工程の末端に接続し、連続して搬入される多数、多種類管、特に大中口径の鋳鉄管がそれぞれ仕様通りの寸法に製造されているか測定する管の寸法検査装置に係る。

## 【0002】

【従来の技術】 鋳鉄管は材質的にはダクタイル鋳鉄で統一されているが、各自治体などとの契約に基づいた納期を守るために、同一管種に限ることなく、不特定多数の鋳鉄管が平行して鋳造され検査工程へ搬入されてくるので、各鋳鉄管の寸法を逸早く測定し、もし異常が発見されたときには直ちに鋳造現場へ情報をフィードバックして異常の原因に対処しなければ品質上の深刻なトラブルに発展し兼ねない。そのためには迅速な寸法検査と、その正確さは品質管理上の重大な要諦となる。

【0003】 鋳鉄管の鋳造は現在、すべて遠心力鋳造によるから、同じ鋳型内へ注湯すれば同一外径の製品となる筈であるが、実際は注湯温度の差や成分差、外気温度の変動などが錯綜して常温に至るまでの冷却速度に微妙な違いが介入し、また、その後の熱処理についても変動の要因が入る可能性は否定できない。しかも直径に対して管長が大きいという形状上の特殊な条件のため、管の長手方向について特に歪みの起こり易い不利な要素もある。これらの変動要因を吸収して寸法的に許容される限度が厳しく設定され、限界を超えれば寸法不良として選別される。従来はほとんど検査員の手作業によって鋳鉄管の寸法検査が実施されてきたが、個別に測定することはきわめて非効率であると共に、作業員にも肉体的に非常な負担を強いる結果となるし、個人差のために測定結果は必ずしも信頼性が高くないこともあって、機械化、自動化の進んだ鋳造工程に比べると立ち後れた感覚は否めず問題視されていた。

【0004】 鋳鉄管の寸法測定を単なる個人の手作業にだけ依存するのでなく、機械的に置換する自動化の試みは従来から手が付けられている。たとえば、

■実公平 4 - 3 2 5 7 2 号公報では、鋳鉄管の挿口の真円度を検出するために測定する管を押えローラと測定ローラで上下から挟圧して回転し、測定ローラの上下変動を検知するリニアスケールの測定値を制御装置へ入力して偏心の程度を自動的に検出している。

■実公平 5 - 3 7 2 0 6 号公報では、鋳鉄管の受口の各必要寸法を自動的に測定するために測定具を移動し、その移動量をパルススケールでカウントする。たとえば図

10のようにシリンダ101の作動で昇降する測定ピン102の移動量をパルススケール103で検知して制御装置104へ入力し、受口の最小内径 $D_3$ の測定を自動的に算出する。

■実公平5-12727号公報では、図11のように鑄鉄管の両端に測定ユニット105を具え、このユニット内に管体を内外から挟着、離脱自在に回転するキャリパス106を軸支し、両キャリパスの回転を検知するリニアゲージ107の検知値を制御器に伝えて鑄鉄管の管厚を自動的に測定する。

【0005】その他、鑄鉄管の計測に関しては、鑄鉄管の楕円状態を自動的に検出する実願昭62-118786号、直管の曲り状態を自動的に測定する実願昭62-118785号、同趣旨の実願昭63-73764号など相当な提案が公開され現に実施されている従来技術も多い。さらに鑄鉄管以外の円筒管の測定の合理化については、管内面のテーパ部分の軸方向長さを測定する特開昭60-249009号公報、ボイラーなどの円周突き合わせ溶接部の肉厚測定に係る実開昭61-13160号公報、簡単な測定方法で正確な数値を得る演算処理に係る特開昭51-54452号公報、 $\gamma$ 線によって鋼管の形状と欠陥測定する特開平1-308907号公報、放射状に多数の探触子を配置して鋼管の寸法測定する実開昭60-76209号公報などもある。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ここに引用した従来技術は、すべてそれぞれが目指した課題の解決に有効であったと考えてもよいが、鑄鉄管、特に大中小口径管についてはどの従来技術によっても解決が不可能な一つの課題が残されている。鑄鉄管は周知の通り地中で管同士を継合して長い管路を埋設し、遠い貯水池から末端の家庭、事務所などに送水されるが、その管路は単純な直線ではなく、大部分は地上の道路に合せて屈折、屈曲した複雑な曲線を描くのが常である。したがって管路形成に当たっては定寸法の直管の受口・挿口の継合の他に、曲路に合うように鑄鉄管を切断して方向変換するケースが意外に頻発する。その場合に用いられる鑄鉄管は、相手側の継手管と継合できるために管をどの長さで切断しても、その切り口の断面寸法が常に一定値を維持していることが必須の要件となる。業界ではこのような要件を満たした鑄鉄管を特に「切用管」と呼んで管路の敷設工事用に別に準備しなければならない。

【0007】切用管の要件は小口径の鑄鉄管（たとえば75mm口径管）の場合にはさほどの困難もなく、全ての管が具えていると言ってもよい。しかし、管の口径が大きくなると共に鑄造時の寸法誤差が増幅することはやむを得ない現象であり、公式に許容されている公差内に入っている成分差による収縮量の差、大気の影響による鑄造後の冷却速度、および熱処理時の冷却速度の差などが複雑に関連し合っ

ば、どの位置で切っても均等な断面寸法を維持するとは保証し難い。いわばこれは技術的な限界でもあるわけであるから、鑄鉄管の全長に亘る断面の同一性を検知して、特定の数値限定を満たす鑄鉄管だけを選び出して切用管と認定し、満たせなかった他の鑄鉄管と区別して現地に提供するという特殊事情がある。

【0008】切用管の選別は従来はすべて人手に依存してきた。すなわち、鑄造現場から流れ出してくる多種類の口径が混在する鑄鉄管を、作業員が特定の巻尺で管の全長に亘って所定の位置（日本水道協会の規定では12箇所）毎に巻き回して円周長を検出し、各位置における測定結果を総括して許容範囲と比較し検定を下していた。その作業は全く手仕事であるから非効率そのものであり、比較的合理化の進んだ前後の工程からみても余りに低レベルの作業性に甘んじ、また労働安全、労働環境の面からも見ても座視し難い深刻な課題と言わざるを得ない。

【0009】切用管として求められる各断面における均一性がきわめて厳しいのに対し、多くの従来技術に見られる測定の自動化に係る技術は、検査用具自体が鑄鉄管の内外面に直接接触する方式であり、正確さを維持する上でかなりの疑問が残る。鑄鉄管は鑄放し状態の鑄造独特の鑄肌からなり、いわゆる梨地と呼ばれる微細な凹凸の集合面で形成されている上、製造中の他の要素、たとえば鑄型表面の状態、熱処理炉内の位置などによって常に影響を受けて不特定な歪みや、やや目立った凹凸もあり得るので、精密な計測器具が直接強くタッチすれば直ちに摩耗を起こして精度を失うという欠陥がある。計測精度を高く要求されるにも拘わらず、計測対象面自体がざらついているし、管軸方向に対する歪みもあり得るから、計測器具のタッチが弱ければ精度が著しく劣化し、強過ぎれば接触面が躍ったり傾いて衝撃、振動の原因となって、計測装置の精緻な回路を狂わせ、または破損する虞れが高く、管の全長に亘る多数の位置で同じ条件下に計測することは至難の業とされる。

【0010】本発明は以上に述べた課題を解決するために鑄鉄管、特に大中小口径管の管全長に亘って多数の位置における円周長を最も能率的に、かつ正確に測定する管寸法自動検査装置の提供を目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る鑄鉄管の管寸法自動装置は、搬入され待機する鑄鉄管Pを1本づつ蹴り込んで両サイドにそれぞれ配置した2個1組のローラ11上で回転して位置決めする芯出し部1、芯出し後の鑄鉄管Pを両サイドに設けたそれぞれ2個1組のローラ21上へ受けて回転し管外周長さを測定する測定部2、および前記ローラ11、21の対向する両サイド間で往復走行する台車31と該台車31上で対向し昇降自在に支持される2個1組のV形ブロック32と33を直列に並置してなる搬送部3よりなり、前記測定部2の直

上に管軸に対して垂直に昇降して管の全長に亘る各位置の外周面上で圧接して回転するタッチロールセンサ 4 と、管外面上に吸着した回転検出子を光ファイバーで検知して管の 1 回転を正確に検出する回転検出器 5 と、タッチローラの回転数と管の 1 回転の両検出値を入力して管の長手方向の個々の円周長を演算し、標準仕様と比較して寸法検査の可否を出力する制御器 6 よりなる構成よりなる。本装置へアットランダムに搬入されてきた各種サイズの鋳鉄管 P は待機した後、芯出し部 1 へ蹴り込まれて進入し、ここで位置決めされて隣接する測定部 2 へ進む。この移動は搬送部 3 の台車 3 1 が行ない、測定部 2 から測定済みの先行の鋳鉄管 P が搬出されると同時に、芯出しの終わった後続の鋳鉄管 P が入れ替わって進入するように台車が往復する。この作用が繰り返されるから、鋳造現場から続々と搬入される鋳鉄管 P は、鋳造ペースに同調して装置内で移動し搬出されるから、検査ペースは格段に向上して課題を解決する。一方測定部の機能について言えば、管の全長に亘る軸線一杯に配置されたタッチロールセンサ 4 が同時に垂直に垂下して管の外周面にタッチローラ 4 1 が圧接して回転し、管の回転と共に回りしてその延長距離を検知する。同時に回転検出器 5 では回転検出子の回転を非接触のままで光ファイバー検知センサ 5 3 が捉えて正確な鋳鉄管 P の 1 回転を検知するから、管 1 回転当りの総延長距離が計算され、全ての位置における正確な円周長が一挙に算出することで課題が解決される。

【0012】この構成において、タッチロールセンサ 4 は幅の狭いポリウレタン製のタッチローラ 4 1 と、該タッチローラ 4 1 を支点軸 4 2 より自重で揺動自在に吊支する長いアーム 4 3 と、タッチローラ 4 1 の回転軸 4 4 の反対側に取り付けたパルス発振式のロータリーエンコーダ 4 5、および該ロータリーエンコーダからパルス波を制御器 6 へ伝える回路を接続することが最も望ましい態様である。タッチロールセンサは摩耗に対して耐性が高く使用によっても容易に摩耗しないし、この方式は本来転がり摩擦であるから摩耗作用も最小に留まり、検知の信頼性が高い。タッチローラ 4 1 の幅を通常の半分以下に設定し、またタッチローラ 4 1 を揺動自在に吊支するアーム 4 3 は逆に通常の 1.5 ～ 2 倍の長さ設定すれば、鋳鉄管外周面の粗雑な錆肌や凹凸に自重で圧接しても、躍ったり飛び撥ねたり傾いたりすることなく、また、管軸方向の歪みがあってもその変動は揺動によって吸収し、それぞれが追従して一斉にそれぞれの位置で圧着するから、軸の反対側に取り付けたロータリーエンコーダ 4 5 の精緻な機能を衝撃や振動によって害する虞れがなくなることによって課題が解決した。

【0013】また、回転検出器 5 の構成については、鋳鉄管 P の外周面に向かって進退自在、かつ離脱自在にホルダー 5 1 に挟持されるマグネット 5 2 と、該マグネット 5 2 を挟む両側に対向する発光部 5 3 A と受光部 5 3 B

よりなる光ファイバー検知センサ 5 3 と、該検知を受けて処理する制御器 6 (CPU) へ接続する回路を形成することが最も望ましい態様である。鋳鉄管 P の 1 回転を正確に把握することはタッチロールセンサとの共同作用を採る本方式では必須の前提である。従来の回転検出方法は、鋳鉄管 P の端面 (挿口) に円板を押し当てて中心軸の回転をリミットスイッチで検出する方式などが慣用化しているが、リミットスイッチの内部誤差が大きいので繰り返し精度が低くて信頼性に乏しい。またこの後の電気回路でも応答性が悪いので再現性が得られず誤差が予想以上に大きいという欠点が払拭できなかった。本発明では鋳鉄管 P の外周面上へ回転検出子としてマグネット 5 2 を吸着させて管と共に回転し、この検出子であるマグネットと接触しないで、極細光ファイバー検知センサ 5 3 によって横切る瞬間を捉えたスタートと 1 回転後の時間の経過を電気的回路で処理する方式であるから、検知は最も正確であり、誤差の入る確率をきわめて少なくすることによって課題が解決した。

【0014】以上の鋳鉄管の円周長測定の機能に加え、測定部 2 の管端の定位置で管内へ進退し、管肉を隔てて対向するコ形のレーザ発振子 7 1 より投射し、管の内外面からの反射波を捉えて管肉を演算するレーザギャップセンサ 7 を前記制御器 6 へ接続する回路を具えた構成を採れば、寸法検査として要求される他の項目である管肉を同時に自動的に検査できるから、検査工程全体の合理化にさらに貢献する。

【0015】制御器 6 について言えば、図 7 のブロック図で装置各部材と情報系路を示す通り、タッチロールセンサ 4 のパルス列をカウントする高速のカウントユニット 6 1、およびレーザギャップセンサ 7 のアナログ変位値をデジタル変換する A/D 変換ユニット 6 2 を組込んだ CPU よりなり、さらに回転検出器 5 のパルス値をカウントする専用トリガ演算器 6 3 を別に具えて前記 CPU へ入力する構成を特徴とする。鋳鉄管の円周長を測定するとき、タッチローラの測定精度と共に 1 回転の範囲を限定する信号の速度応答性が重要な要素となり、信号の応答性が悪ければその誤差内に円周長をカウントするので、結果的に測定精度の劣化は免れない。CPU は装置全体をプログラムで制御しているので、光ファイバーからの信号も制御させると応答性が落ちるので、別に光ファイバーセンサのパルスだけをカウントする専用トリガ演算器を具えて測定精度の向上を実現し、課題解決に大きな貢献を果たす。

【0016】制御器 6 を主体とする情報処理のフロー図を図 8、図 9 に示すが、レーザギャップセンサ 7 による管厚測定の直前に別の標準試料の測定によって気温変化に伴う変動量を吸収する補正係数を測定算出すると共に、タッチロールセンサ 4 の円周長の測定を定回数繰り返す毎に別の標準試料を測定してタッチローラ 4 1 の摩耗に伴う変動量を吸収する補正係数を測定算出する手

順が本発明の課題解決上の特性である。レーザ変位計を使用した測定では温度による影響は無視できない誤差の原因となる。図 8 はレーザギャップセンサ 7 による管厚測定フローであり、変位計キャリブレーションの手順において気温の高低に基づく測定値の変動を標準試料と対比して補正係数を求める。補正係数は測定直前に実施するので、その都度温度による変動量を吸収して測定値の信頼性を高める。同様に図 9 はタッチロールセンサ 4 による測定フローであり、この場合、測定誤差の主な原因はタッチローラ 4 1 の摩耗による変動であるから、フローのパラメータセットの手順を組入れて定回数毎に標準試料の測定値と対比して補正係数を求め、カウント時に乗じて測定値の信頼性を高め、両者相俟って課題解決に貢献する。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】図 2 は本発明の実施の形態全体を示す平面略図であり、図 3 は鑄鉄管進路の中心線における縦断正面図である。前工程から鑄鉄管 P が搬入されてくる方向は図 2 の下方から、または図 3 の右側からであり、鑄鉄管 P は 1 本づつ待機部 8 へ進入し、キッカー 8 1 でタイムリーに蹴り込まれて芯出し部 1 へ転動して進入する。芯出し部 1 には両サイドに 2 個 1 組のローラ 1 1 が設けられて転動してきた鑄鉄管 P をその上に載置して水平に支持する。鑄鉄管 P の端面には油圧シリンダー 1 2 で水平に移動する調整板 1 3 が当接して軸線方向の管の姿勢を一定の位置に摺動し、さらにローラ 1 1 が回転することによって鑄鉄管 P の軸線をローラ軸線に一致させて芯出しが行なわれる。

【0018】搬送部 3 は台車 3 1 を具えて軸線方向へ走行する。走行は図 3 に示す油圧シリンダー 3 4 の作動によって行なわれる。芯出し部 2 における台車 3 1 は芯出し中は鑄鉄管 P の回転の妨げとならないように低い位置に沈んでいるが、芯出しが終了すれば台車の車輪 3 5 の車軸が回転して立ち上がり、台車が上昇して台車上に装着した V 形ブロック 3 2 が芯出し部のローラ 1 1 より上位となり、ローラ 1 1 に替って鑄鉄管 P を支持する。台車 3 1 は鑄鉄管 P を支持して走行し隣接する測定部 2 の定位置に達し、ここで台車が降下して V 形ブロック 3 2 上に支持してきた鑄鉄管 P を測定部 2 の両サイドに設けたローラ 2 1 の上へ移し替える。

【0019】この動きは台車 3 1 の測定部の領域（図 3 の左側）でも同時に進行して、ローラ 2 1 の上で測定の終わった鑄鉄管 P は上昇する台車上の V 形ブロック 3 3 の上へ移し替えられ、台車の走行と共に左進して搬出部 9 へ移動する。このように芯出し部のローラ上での作用と測定部のローラ上での作用が平行して進行し、その作用が完了すれば搬送部の前後の V 形ブロックが昇降し、それぞれ鑄鉄管 P を同時に受け継いで支持し次の領域へ移動するから、全体が一つの流れを形成して鑄鉄管の検査が自動的に進行する。

【0020】図 1 は測定部 2 において昇降自在に取り付けられたタッチロールセンサ 4 の配置図である。この図では規格の検寸箇所通り鑄鉄管 P の管軸を 1 2 等分した位置の上方に一括してタッチロールセンサ 4 を並列に吊支する架橋 4 6 を昇降自在に架設している。タッチロールセンサ 4 を吊支した架橋 4 6 は昇降用のモータ 4 7 の回転を垂直方向に変換して全体がガイド付きジャッキ 4 8 に案内されて垂直に上下する。

【0021】個々のタッチロールセンサ 4 の詳細な形態は図 4 (A) (B) に示す。タッチローラ 4 1 はアーム 4 3 を介して支点軸 4 2 から揺動自在に吊支されて自重によって鑄鉄管 P の外周面に圧接して共回りする。この支点軸 4 2 は軸受 4 9 を介して前記の架橋 4 6 の底面に螺合している。タッチローラ 4 1 の回転軸 4 4 の他端にはパルス発振式のロータリーエンコーダ 4 5 が取り付けられてタッチローラの回転数をパルス信号に置き換え、さらに制御器 6 へ伝達して電氣的に処理される。

【0022】図 5 は測定部 2 の領域で回転する鑄鉄管 P の 1 回転分を正確に検知する回転検出器 5 である。回転検出器としてはマグネット 5 2 を適用し、測定以外の時点ではホルダー 5 1 に抱持されて鑄鉄管 P の外周面より低く沈んでいるが（図の 2 点鎖線）、測定時には電動シリンダー 5 4 の作動によってホルダー 5 1 と共に上昇して先端が外周面に接触して吸着する。その後、ホルダー 5 1 はマグネット 5 2 を離して単独で降下し、マグネット 5 2 は鑄鉄管 P 外周面に残されたまま一緒に回転する。マグネット 5 2 の回転はホルダー 5 1 を隔てた位置に対向して取り付けられた発光部 5 3 A と受光部 5 3 B よりなる光ファイバー検知センサ 5 3 によって正確に捉えられる。すなわちマグネット 5 2 が回転をスタートすると発光部からの照射が遮られてカウントが始まり、1 回転して次に横切って発光が遮られた瞬間までを検知する。その信号は専用トリガ演算器 6 3 でカウントされて制御器 (CPU) 6 へ入力され、前記のタッチロールセンサからの入力と共に演算の対象となる。

【0023】前記のように図 8、図 9 は制御器 6 におけるフローを示したものであり、図 8 のフローがレーザギャップセンサ 7 による測定手順を示す。ここでキャリブレーションが気温変化に伴う測定誤差を吸収するに補正する過程であり、鑄鉄管測定の直前に同一温度の標準試料を測定して対比し、温度のファクターを打ち消す。また、図 9 のタッチロールセンサ 4 における情報処理についてもパラメータセットの過程でタッチローラの摩耗による変動要因を吸収する補正を行なうが、この場合には摩耗の進行が緩慢であるから、測定直前毎に補正する必要性は認められない。適宜、経験的に設定した定回数毎の補正を標準的に制御器 6 へ初期条件として入力しておけば生産性低下防止の観点から望ましい。

【0024】制御器 6 の CPU で演算した結果はあらかじめ初期条件として入力されたそれぞれの管種の許容誤

差限度と比較考量し、可否を表示部 64 へ出力して自動的に表示すると共に、所定の様式でプリントアウトして検査記録を自動的に作成する。または、許容範囲を大きく外れる管種が一定本数連続するときには、警報ランプの点滅やサイレンの吹鳴など、適宜機能を活用して前工程へフィードバックする手法を伴うと品質管理上有益でもある。

【0025】図 6 は管厚測定のために適用するレーザーギャップセンサ 7 の形態を示したもので、断面がコ形のレーザー発振器 71 は下方に接続する電動シリンダー 72 の作動を受けて鋳鉄管の端部から内部へ進入する。管内では管体内外の表面に向ってレーザー光線を投射し、それぞれの反射波を捉えて上下の発振子間の距離  $L$  と、管の内外面までの距離  $S_1$ 、 $S_2$  から肉厚  $= L - (S_1 + S_2)$  で算出する。鋳鉄管 P を回動して円周 4 分割の位置でそれぞれ測定し、その結果を制御器 6 へ入力して良否の判定に供するが、全ての作動が電氣的に連動する回路を組んでいるから作業性は大幅に向上し、その結果に対する信頼性も比較にならないほど高まる。非接触式であるから、鋳鉄管の局部的な外周面の状態に影響されず、正確な肉厚を測定できるし、検出部材自体が摩耗したり外力（振動など）によって機能を低下する虞れもない長所を具えている。

#### 【0026】

【実施例】本発明の自動検査装置の対象となる鋳鉄管の種類に何の限定もないことは言うまでもないが、既に述べたように小口径管には切用管の選別という概念が不必要であるし、大口径管は大幹線管路に使用され、管長自体も短いから切用管としての必要性は少ないから、最も有効な実施例はすべて中口径、すなわち 300～800 mm 程度の鋳鉄管が主体となる。この管種に対する実施例の一つを挙げると、タッチロールセンサ 4 のタッチローラ 41 は直径が  $100 \pm 0.1$  mm のポリウレタン製の円板よりなり、ロールの幅は 30 mm として従来の標準寸法 77 mm の半分以下に設定した。また、タッチローラの回転軸 44 と支点軸 42 間の距離を 270 mm として、従来のアームの標準長さより  $x$  倍長く取り、特に走行安定性の向上を実現した。この両寸法の改変によって従来はタッチローラが躍って撥ね上がり、または計測面で傾斜して正確なタッチができない上、接続するロータリーエンコーダの精密な機能を損っていた欠陥を是正し、面圧  $1.7 \text{ Kg/cm}^2$  で円滑に圧着して共回りした。ロータリーエンコーダ 45 についても、従来の標準装備ではパルス周波数の最大が 750 までであったものを、1024 ppr と大幅に能力アップし、高速高精度のロータリーエンコーダを形成した。

【0027】回転検知器については、リミットスイッチ方式の従来技術では精度が得られず、この方式とタッチロールセンサとを組合わせて精度を確認した場合でも、円周長さが  $250 \times \pi$  に対して約 2 mm の誤差が避けら

れず、しかもその誤差範囲が特定せずに再現性に乏しく信頼できなかったのに比べ、タッチロールセンサと光ファイバー検知センサの組合わせで 0.16 mm までの誤差範囲に収まり、その卓抜した再現性と共に検査レベルの飛躍的な向上が実証された。結局、300～800 mm の中口径鋳鉄管について平均的に見れば、 $\pm 0.3$  mm 以内の誤差範囲に留まることが確認され、比率にすれば  $0.3 / (800 \times \pi) = 0.012\%$  内という驚異的な精度となる。本来、鋳鉄管自体においては表面の凹凸、楕円、歪み、曲りなどが避けられないから、そのばらつきの要素を参酌して精度が 2 倍低下すると見積もっても、 $\pm 0.6$  mm が最大誤差であると解釈すれば十分であることが確かめられた。

【0028】管の肉厚測定については、たとえば従来、キャリバスによって人手によって直接管肉を挟んで測定した場合には、経験上、 $1/10$  mm 程度の誤差が精度の限界とされていたが、非接触式のレーザー光線投射による方式では  $1/100$  mm まで誤差範囲が縮小し、精度は抜群となった。

#### 【0029】

【発明の効果】本発明に係る鋳鉄管の管寸法自動検査装置は、比較的検査面の粗い鋳肌である外周面を対象としながら、従来技術に比べると検査の精度は抜群に高い。かつ、その機能は長く維持されて変ることが少ないから、検査結果に対する信頼性は従来よりも格段に優れている。特に中口径管のいわゆる切用管の選別には好適であり、要件として求められる管軸方向の多点における円周長の測定に限って言えば、如何なる従来技術でも果たせなかった検査の能率化、合理化、省力化、作業環境の浄化、労働安全と衛生問題の解決など、現場の抱える様々な課題を一挙に解消して、能率の高い快適な作業場に転換するのに大きな貢献を果たす。本発明ではユニークな検査手法の開発とその組合わせに加え、全体の優れた検査レイアウトが相俟ってさらにこの効果を助長することが別の特徴である。合理的な領域の設定によって不特定多数の鋳鉄管が流れ込んでくる現況に対応して、円滑に捌いてスムーズな流れを形成する効果が大きく、鋳造作業の自動化に追従可能な検査能力を新たに具備することは生産工程全体の生産性を高める原動力である。

【0030】請求項 2 はタッチロールセンサの具体的な対応に係り、タッチロールセンサ自体は従来からも紙類、布類の厚み測定に適用される公知技術であるが、その長所を活かし、粗雑な鋳肌面には到底適用し得ない問題点を摘出し、鋭意改善した結果、優れた精度と耐久性を兼備した検査方式に到達した効果が大きい。

【0031】請求項 3 は回転検出器の具体的な対応に係り、回転検出子を検査面に付着して移動によって光ファイバー検知センサでその横切る瞬間を捉える検知の方式自体は公知であるとは言え、鋳鉄管の 1 回転の検出に適用するために付帯する種々の部材との組合わせとその作



動には従来技術ではうかがえない斬新なアイデアが基盤となっている。タッチロールセンサと組合わせることによって、検査のフロー自体が従来の個々の技術では得られなかった総合的な前記の効果を生み出す因子を構築したと位置付けるべきである。

【0032】請求項4は鋳鉄管の肉厚測定に係る具体的な形態であり、非接触式の測定によって能率の向上と信頼性の確保が著しく、今後の検査の方式をリードする重要な技術を先駆して開発した効果は顕著である。

【0033】請求項5は回転検出器に専用のパルスカウンタユニットを設けて応答性の低下を防ぎ、結果的に装置全体の測定精度を大幅に向上する効果がある。また、請求項6は通常の測定フローに本発明独自の補正手順を組み入れて、特有の誤差発生の原因を取り除き、測定値の信頼性を大きく高める効果があり、両者相俟って連続的な測定操作の高速化と精度向上に大きな貢献を発揮する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態のうち、測定部の要部を示す正面図である。

【図2】実施形態の全体を示す平面図である。

【図3】上図の中央縦断正面図である。

【図4】タッチロールセンサの正面図（A）と平面図（B）である。

【図5】回転検出器の正面図である。

【図6】管厚測定用のレーザーギャップセンサの正面図（A）と測定原理（B）である。

【図7】本発明のブロック図である。

【図8】本発明の管厚測定フローである。

【図9】本発明の円周長さ測定フローである。

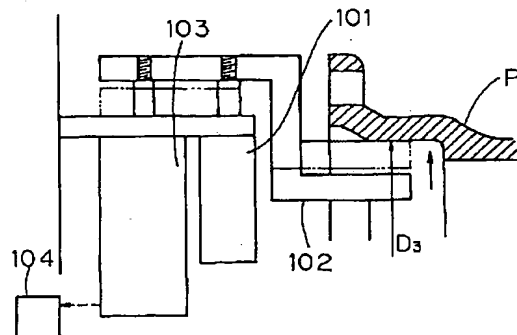
【図10】従来技術の一部断面正面図である。

【図11】別の従来技術の正面図である。

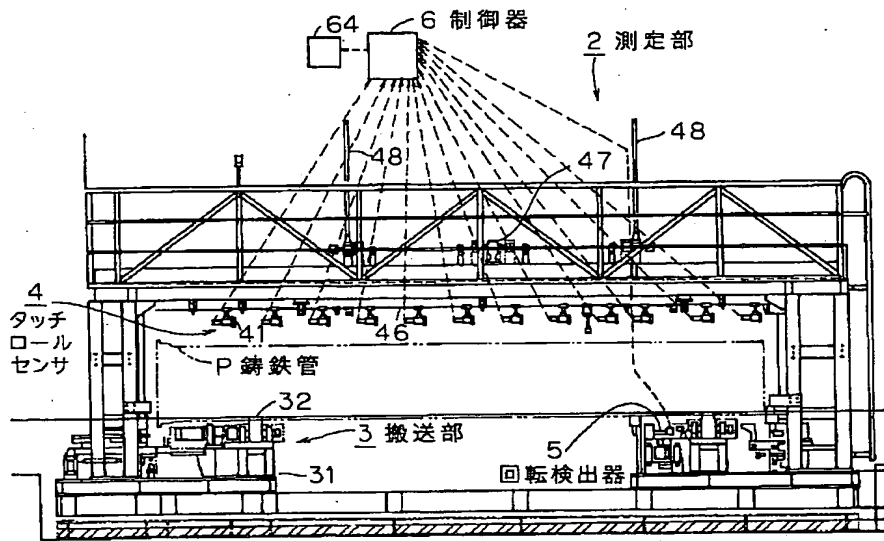
#### 【符号の説明】

- |    |             |
|----|-------------|
| 1  | 芯出し部        |
| 2  | 測定部         |
| 3  | 搬送部         |
| 4  | タッチロールセンサ   |
| 5  | 回転検出器       |
| 6  | 制御器（CPU）    |
| 7  | レーザーギャップセンサ |
| 8  | 待機部         |
| 9  | 搬出部         |
| 10 | ローラ         |
| 11 | ローラ         |
| 15 | 台車          |
| 32 | V形ブロック      |
| 33 | V形ブロック      |
| 41 | タッチローラ      |
| 42 | 支点軸         |
| 43 | アーム         |
| 20 | 回転軸         |
| 45 | ロータリーエンコーダ  |
| 51 | ホルダー        |
| 52 | マグネット       |
| 53 | 光ファイバー検知センサ |
| 25 | 高速カウンタユニット  |
| 62 | A/D変換ユニット   |
| 63 | 専用トリガ演算器    |
| 64 | 表示部         |
| 71 | レーザー発振子     |
| 30 | P 鋳鉄管       |

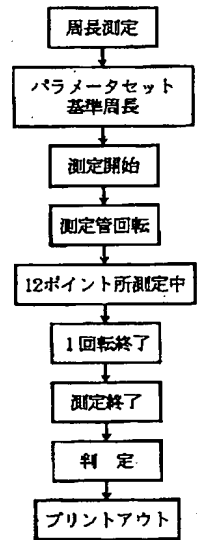
【図10】



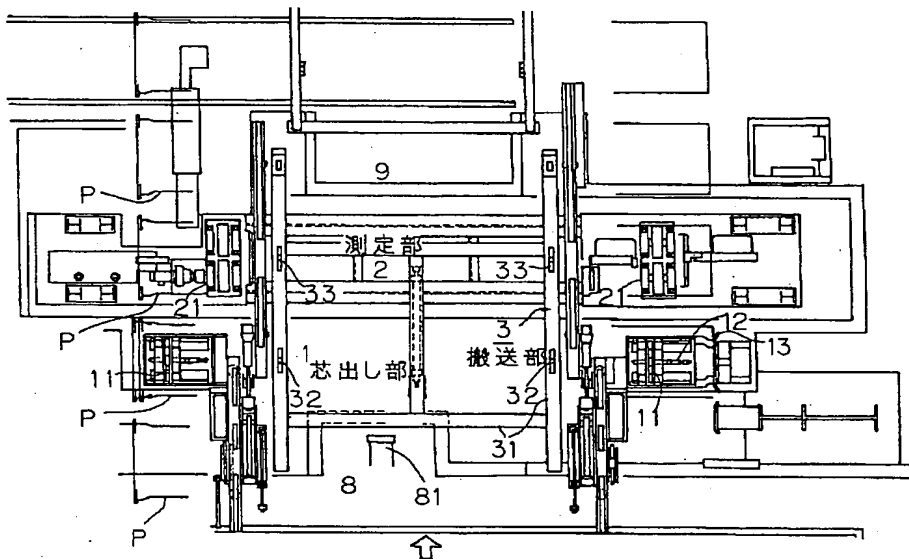
【図1】



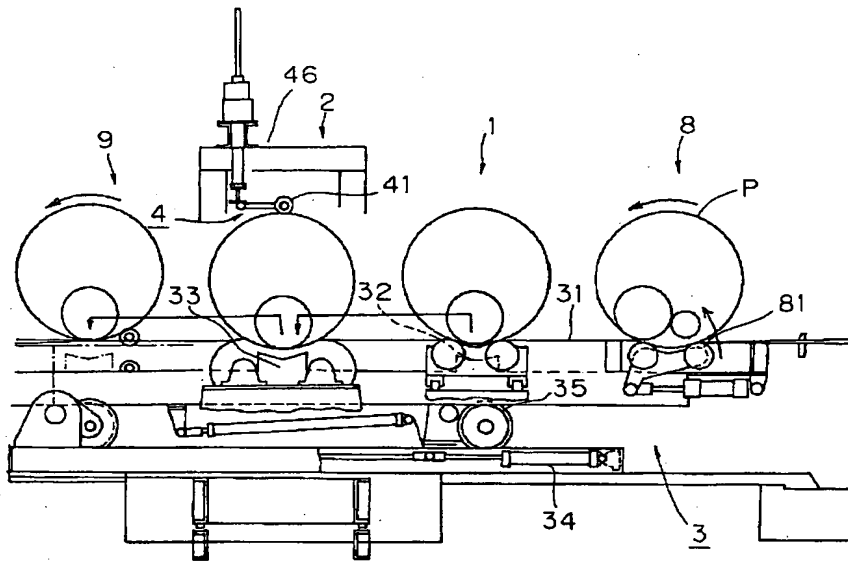
【図9】



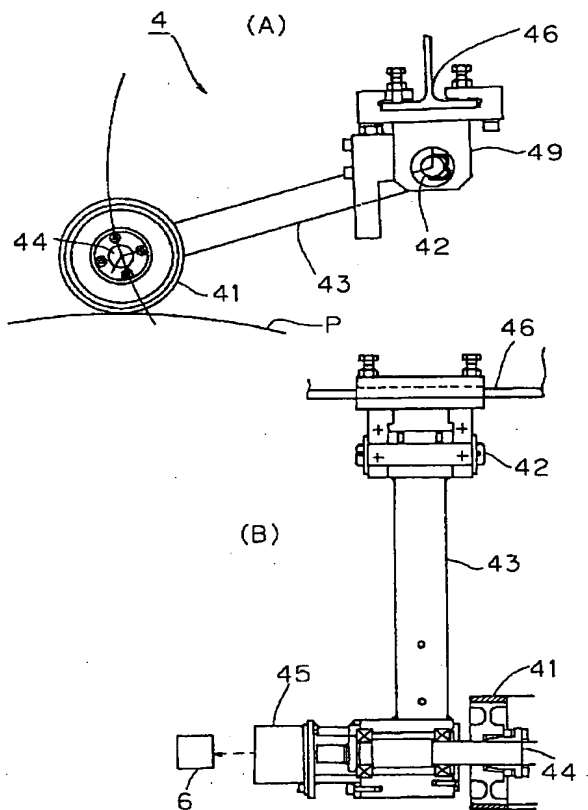
【図2】



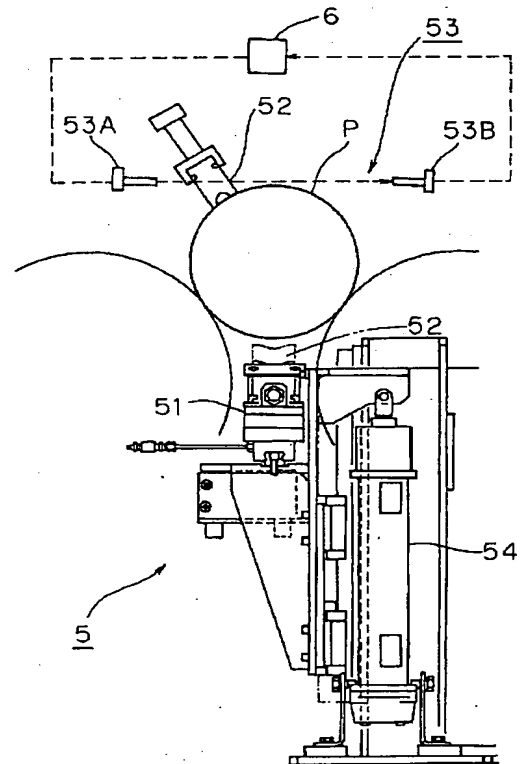
【図3】



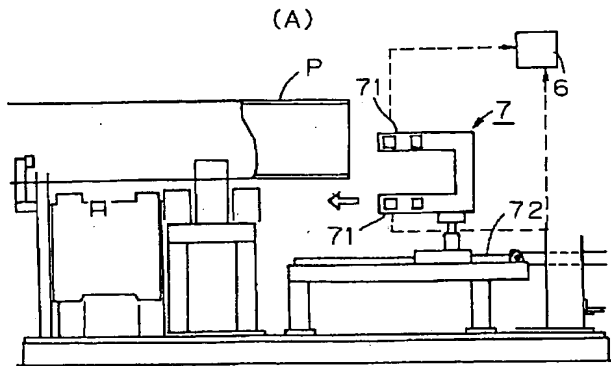
【図4】



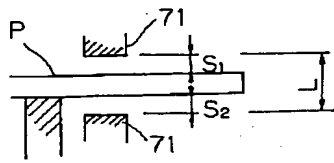
【図5】



【図 6】

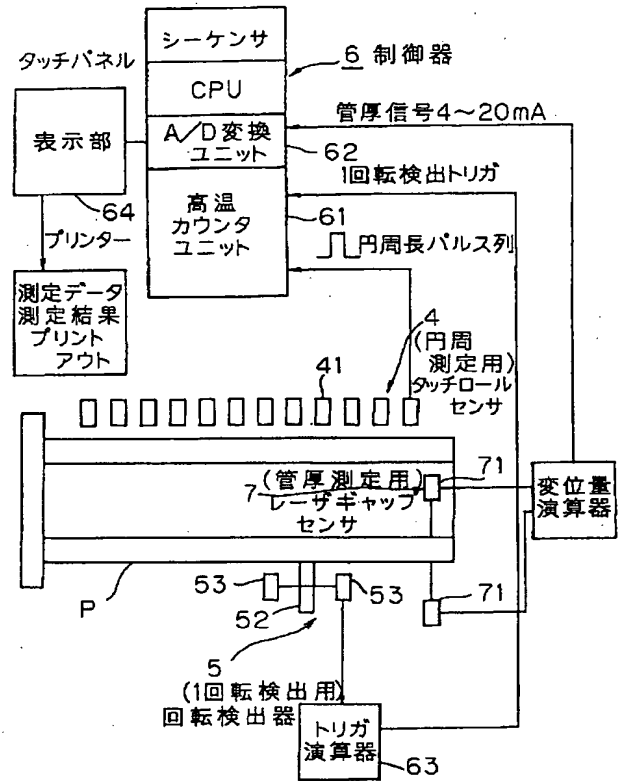


(B)



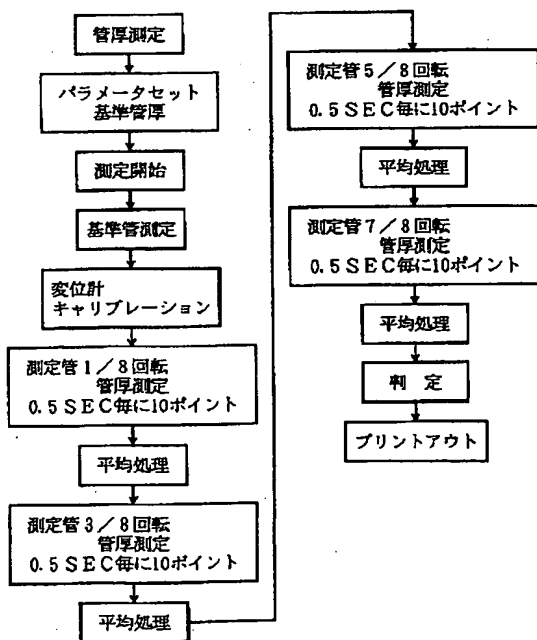
$$\text{管の肉厚} = L - (S_1 + S_2)$$

【図 7】

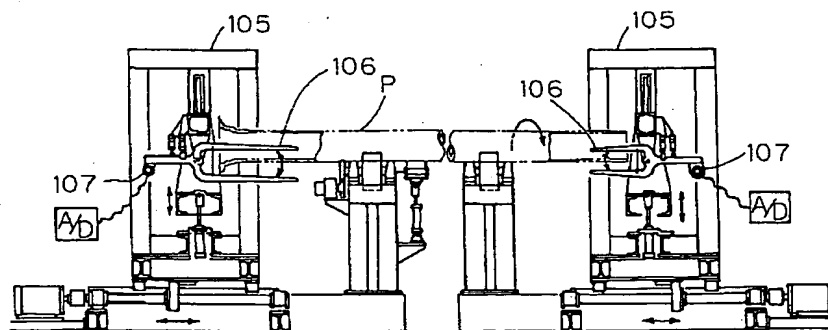


【図 8】

測定フロー



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 大羽 洋司

兵庫県神戸市灘区岩屋中町 4 丁目 1-27- 20  
402

(72)発明者 内海 貴文

兵庫県高砂市米田町米田925-2 高砂ア  
ーバンコンフォート103